

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-326759

(43)Date of publication of application : 16.12.1997

(51)Int.Cl.

H04B 10/02

H04B 3/04

H04B 10/22

H04B 10/00

H04J 1/00

(21)Application number : 08-165193

(71)Applicant : KOKUSAI DENSHIN DENWA CO LTD  
<KDD>

(22)Date of filing : 05.06.1996

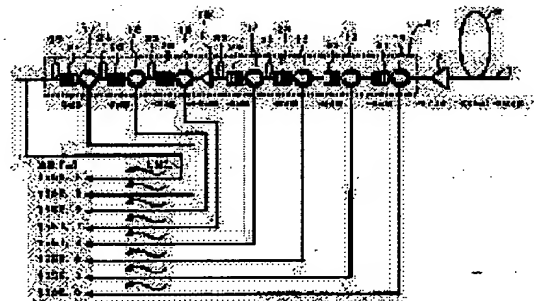
(72)Inventor : KAWASAWA TOSHIO  
OTANI TOMOHIRO  
GOTO KOJI  
TANAKA MASATO

## (54) OPTICAL MULTIPLEXER IN OPTICAL WAVELENGTH MULTIPLEX SYSTEM

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the optical multiplexer device in the optical wavelength multiplex system in which distribution compensation and loss compensation are efficiently made and the number of active devices such as optical amplifiers is reduced.

**SOLUTION:** A plurality of optical filter means each consisting of a set of an optical circulator and an optical fiber grating are connected in series in a multiplexer device 4. Distribution equalization fibers 31-35 are connected to a predetermined position between the optical filter means and an optical amplifier 10 is connected to a post-stage of the distribution equalization fiber 32. When an optical wavelength multiplex signal is given to the multiplexer device 4, an optical signal at each wavelength is extracted by the optical filter. Furthermore, an optical signal with a short wavelength is subjected to distribution compensation accumulatively by the distribution equalization fibers 31-35. Furthermore, one optical amplifier 10 is enough and then the number of active devices used for the multiplexer device 4 is reduced.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 3 2 6 7 5 9

(43) 公開日 平成9年(1997)12月16日

(51) Int. Cl. <sup>a</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B	10/02		H 0 4 B	9/00 U
	3/04			3/04 A
	10/22		H 0 4 J	1/00
	10/00		H 0 4 B	9/00 A
H 0 4 J	1/00			
審査請求 未請求 請求項の数 7			F D	(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-165193

(22) 出願日 平成8年(1996)6月5日

(71) 出願人 000001214

国際電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号

(72) 発明者 川澤 俊夫

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号 国際電信電話株式会社内

(72) 発明者 大谷 朋広

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号 国際電信電話株式会社内

(72) 発明者 後藤 光司

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号 国際電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 田中 香樹 (外1名)

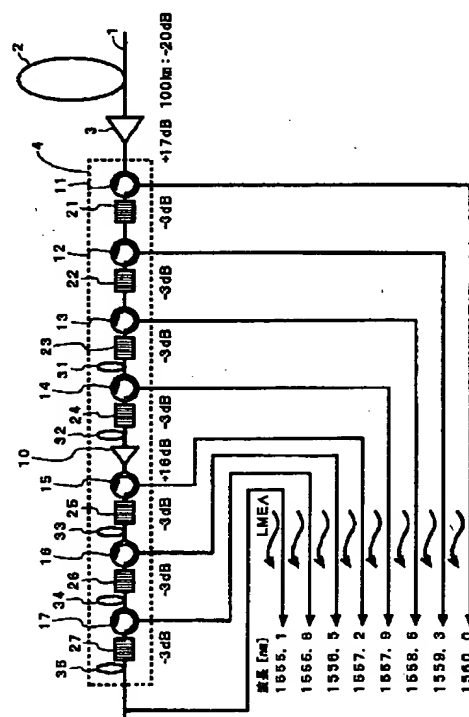
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光波長多重システムにおける光分波装置

(57) 【要約】

【課題】 効率的に分散補償および損失補償をすることができ、かつ光増幅器等の能動デバイスを減らすことのできる光波長多重システムにおける光分波装置を提供することにある。

【解決手段】 分波装置4は、光サーキュレータと光ファイバグレーティングの組により構成された光フィルタ手段が、複数個直列に接続されている。該光フィルタ手段間の予め定められた位置に、分散等化ファイバ31～35が接続され、また分散等化ファイバ32の後段に光増幅器10が接続されている。光波長多重信号が分波装置4に入力すると、各波長の光信号は前記光フィルタ装置によって抽出される。また、短波長の光信号は前記分散等化ファイバ31～35によって累積的に分散補償される。また、前記光増幅器10は1個で済み、該分波装置4に使用する能動デバイスの数を低減することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光波長多重システムにおける光分波装置において、

光波長多重信号に含まれる複数の波長の光信号を分波するために直列に接続された複数の光フィルタ手段と、前記光信号の分散補償を行うために、前記光フィルタ手段間の予め定められた位置に挿入された分散等化ファイバと、前記分散等化ファイバによって減衰された光信号の損失補償を行うために、前記光フィルタ手段間の予め定められた位置に挿入された光増幅器とを具備したことを特徴とする光波長多重システムにおける光分波装置。

【請求項2】 請求項1記載の光波長多重システムにおける光分波装置において、

前記光フィルタ手段は、光サーキュレータと光ファイバグレーティングとから構成され、分波する光信号は該光ファイバグレーティングで反射させ該光サーキュレータを介して抽出し、分波しない光信号は該光ファイバグレーティングを透過させることを特徴とする光波長多重システムにおける光分波装置。

【請求項3】 請求項1記載の光波長多重システムにおける光分波装置において、

前記複数の光フィルタ手段は、分波する光信号波長が長波長から短波長に向けて、順次接続されていることを特徴とする光波長多重システムにおける光分波装置。

【請求項4】 請求項1記載の光波長多重システムにおける光分波装置において、

前記分散等化ファイバは、短波長側の光フィルタ手段間に挿入されていることを特徴とする光波長多重システムにおける光分波装置。

【請求項5】 請求項1記載の光波長多重システムにおける光分波装置において、

前記光増幅器は、前記光フィルタ手段間の予め定められた位置の一か所にのみ挿入されていることを特徴とする光波長多重システムにおける光分波装置。

【請求項6】 光波長多重システムにおける光分波装置において、

光波長多重信号を分岐する分岐装置と、一方の分岐に直列に接続された長波長側の複数の光フィルタ手段と、

他方の分岐に直列に接続された分散等化ファイバ、光増幅器および短波長側の複数の光フィルタ手段とを具備したことを特徴とする光波長多重システムにおける光分波装置。

【請求項7】 光波長多重システムにおける光分波装置において、

光波長多重信号を分岐する分岐装置と、一方の分岐に直列に接続された長波長側の複数の光フィルタ手段と、

他方の分岐に直列に接続された光増幅器および短波長側

の複数の光フィルタ手段と、

該短波長側の複数の光フィルタ手段間の予め定められた箇所に挿入された分散等化ファイバとを具備したことを特徴とする光波長多重システムにおける光分波装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は光波長多重システムにおける光分波装置に関し、特に、効率的に、分散補償および損失補償を行えるようにすることにより、能動デバイスの使用個数を減らし、信頼性と経済性を改善した光波長多重システムにおける光分波装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の、光波長多重システムにおいては、合波された光波長多重信号を分波するために、光ファイバコプラを使用したものが多用されていた。その一例を、図6を参照して説明する。伝送用光ファイバ81を通して伝送されてきた光波長多重信号(1555.1nm~1560.0nm)は、例えば100kmの長さの等化ファイバ82により分散補償され、また、光増幅器83により増幅されて、例えば光波長多重受信端局の分波器85に入力する。この分波器85は3dBコプラ86a~86gと、光フィルタ87a~87hと、各光フィルタ87a~87hの出力側に接続された各光増幅器とから構成されている。該光フィルタ87a~87hは、光波長多重信号より各光信号を抽出する。短波長の光信号ほど分散を受けやすいので、この例では、1555.1nm~1557.9nmの波長の光信号にのみ、等化ファイバ88a~88eが適用される。該等化ファイバ88a~88eは20~100km程度の長さを有し、これにより光信号の減衰が生ずるので、これを補償するために、光増幅器89a~89eが挿入されている。

【0003】いま、該光波長多重信号から例えば1555.1nmの信号を分波することを考えると、前記光増幅器83で増幅された光波長多重信号は、3dBコプラ86a、86bおよび86dにより、それぞれ光信号のパワーが4dBずつ減衰され、さらに光フィルタ87aにより3dB減衰され、その後光増幅器により増幅される。次いで、等化ファイバ88aにより例えば20dB減衰され(等化ファイバ88aが100kmの場合)、光増幅器89aにより12dB増幅されて、例えばモニタ装置へ送られる。一方、長波長側の1560.0nmの光信号に着目すると、前記光増幅器83で増幅された光波長多重信号は、3dBコプラ86a、86cおよび86gにより、それぞれ光信号のパワーが4dB(結合損失3dB+接続損失1dB)ずつ減衰され、光フィルタ87hにより3dB減衰され、光増幅器により増幅されて、例えば前記モニタ装置へ送られる。

【0004】以上のように、従来の分波装置においては、分波後に光信号レベルを補償する光増幅器が、合計

で11個必要になる。また、短波長の光信号の波長分散を補償するための分散等化ファイバを個別に挿入する必要があると共に、該分散等化光ファイバ88a~88eの全長が300kmにもなっている。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、従来の分波装置においては、光増幅器が多数個使用されているが、該光増幅器は能動デバイスであるため、動作において信頼性が低いという問題また該光増幅器は高価であるので経済性が悪いという問題があった。

【0006】この問題を解決するために、本出願人によって、図5に示されているような分波装置が提案された。この分波装置は、前記3dBカプラ86a~86gと、光フィルタ87a~87hと、各光フィルタ87a~87hの出力側に接続された各光増幅器とからなる分波器85に代えて、導波路グレーティング(AWG: Arrayed Waveguide Grating) 91を用いた点に特徴がある。該導波路グレーティング91は、入力してくる光波長多重信号を分波する機能を有し、その挿入損失が例えば-9dBと小さいという特徴を有している。

【0007】しかしながら、この分波装置は、光増幅器を3個必要とし、前記した従来技術の信頼性と経済性の問題点は小さくなっているものの、その改善はまだ十分でないという問題があった。また、前記伝送用光ファイバ81を通して伝送されてくる光波長多重信号の数を増やそうとした場合には、導波路グレーティング91をこれに適應する新たな導波路グレーティングに取り替える必要があり、光波長多重信号数の増加に簡単に對應できないという問題があった。また、等化ファイバ88として5組の等化ファイバが使用されており、全長で300km程度になるという問題もあった。

【0008】この発明の目的は、前記した従来装置の問題点を除去し、効率的に分散補償および損失補償をすることができ、かつ光増幅器等の能動デバイスを減らすことのできる光波長多重システムにおける光分波装置を提供することにある。また、他の目的は、光波長多重信号数の増加に簡単に對應できる光分波装置を提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、この発明は、光波長多重システムにおける光分波装置において、光波長多重信号に含まれる複数波長の光信号を分波するために直列に接続された複数個の光フィルタ手段と、前記光信号の分散補償を行うために、前記光フィルタ手段間の予め定められた位置に挿入された分散等化ファイバと、前記分散等化ファイバによって減衰された光信号の損失補償を行うために、前記光フィルタ手段間の予め定められた位置に挿入された光増幅器とを具備した点に特徴がある。また、本発明は、光波長多重システムにおける光分波装置において、光波長多重信号を

分岐する分岐装置と、一方の分岐に直列に接続された長波長側の複数個の光フィルタ手段と、他方の分岐に直列に接続された分散等化ファイバ、光増幅器および短波長側の複数個の光フィルタ手段とを具備した点に他の特徴がある。

【0010】本発明によれば、光フィルタ手段の直列接続回路に光増幅器を挿入したので、使用する光増幅器の個数を低減することができる。また、分散等化ファイバによる分散補償は累積されるので、分散等化ファイバの全長を従来のものより大幅に短縮することができる。また、光波長多重信号の数を増加しようとする場合には、該分波装置に増加する波長の光信号と対応する新たな光フィルタ手段を直列に追加すればよく、光波長多重信号数の増加に簡単に對処することができる。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照して、本発明を詳細に説明する。図1は、本発明の分波装置の一実施形態のブロック図を示す。図において、1は伝送用光ファイバ、2は例えば100kmの長さの等化ファイバ、3は光増幅器、4は分波装置である。該光増幅器3は図2に示されているように、Erドープトファイバ3a、ポンプレーザダイオード3b、WDMカプラ3cおよびアイソレータ3dから構成されている。

【0012】前記分波装置4は、図示されているように、1560.0nmの光信号を分波する光サーキュレータ11と光ファイバグレーティング21、1559.3nmの光信号を分波する光サーキュレータ12と光ファイバグレーティング22、1558.6nmの光信号を分波する光サーキュレータ13と光ファイバグレーティング23、等化後1557.9nmの光信号を分波する等化ファイバ31と光サーキュレータ14と光ファイバグレーティング24、等化ファイバ32、光増幅器10、1557.2nmの光信号を分波する光サーキュレータ15と光ファイバグレーティング25、等化後1556.5nmの光信号を分波する等化ファイバ33と光サーキュレータ16と光ファイバグレーティング26、等化後1555.8nmの光信号を分波する等化ファイバ34と光サーキュレータ17と光ファイバグレーティング27、および等化ファイバ35とから構成されている。

【0013】前記光ファイバグレーティング21~27は、それぞれ、1560.0nm、1559.3nm、1558.6nm、1557.9nm、1557.2nm、1556.5nm、および1555.8nmの光信号を反射し、他の波長の光信号は通過させる機能を有している。また、これらは通過する光信号を約3dBだけ減衰する作用をする。

【0014】また、前記等化ファイバ31、32、33、34、35は、それぞれ、例えば20kmの長さを有している。したがって、該等化ファイバ31~35の

全長は100 kmであるが、1557.9 nmの波長の光信号は20 kmの長さの等化ファイバで分散補償され、1557.2 nmの波長の光信号は40 kmの長さの等化ファイバで分散補償され、1556.5 nmの波長の光信号は60 kmの長さの等化ファイバで分散補償され、1555.8 nmの波長の光信号は80 kmの長さの等化ファイバで分散補償され、1555.1 nmの波長の光信号は100 kmの長さの等化ファイバで分散補償されることになる。

【0015】いま、1555.1 nm～1560.0 nmの光信号を含む光波長多重信号が伝送用光ファイバ1を通過して入力してくると、該光波長多重信号は等化ファイバ2によって等化され、該伝送用光ファイバ1中で発生した分散が補償される。該等化ファイバ2は100 km程度の長さを有しているため、該等化ファイバ2によって減衰された信号は光増幅器3によって増幅されて、分波装置4に入る。

【0016】分波装置4では、前記光波長多重信号は光サーキュレータ11を通過して光ファイバグレーティング21に入力する。前記のように、光ファイバグレーティング21は1560.0 nmの光信号を反射し、他の波長の光信号は通すので、該光ファイバグレーティング21によって反射された1560.0 nmの光信号が再び光サーキュレータ11に入り、その一出力端子から取り出される。

【0017】該光ファイバグレーティング21を通過した光波長多重信号は光サーキュレータ12を通過して光ファイバグレーティング22に入力する。前記のように、光ファイバグレーティング22は1559.3 nmの光信号を反射し、他の波長の光信号は通すので、該光ファイバグレーティング22によって反射された1559.3 nmの光信号が再び光サーキュレータ12に入り、その一出力端子から取り出される。

【0018】以下同様にして、光サーキュレータ13、14、15、16、17の各々から、1558.6 nm、1557.9 nm、1557.2 nm、1556.5 nm、1555.8 nmの光信号が取り出される。最後の光ファイバグレーティング27を通過した光信号の波長は1555.1 nmだけであるから、等化ファイバ35による等化後、そのまま取り出される。

【0019】以上のように、この実施形態によれば、光ファイバグレーティング21、22、…、27による光信号の減衰が例えば3 dBと小さいので、分波装置4に一個の光増幅器を挿入するだけでよくなる。この結果、従来装置に比べて光増幅器の個数を大幅に削減でき、装置の信頼性と経済性を改善することができる。また、本実施形態によれば、光波長多重信号の数を増加しようとする場合には、該分波装置4に増加する波長の光信号と対応する新たな光サーキュレータと光ファイバグレーティングを直列に追加すればよく、光波長多重信号数の増

加に簡単に対処することができる。さらに、等化ファイバ31～35が直列的に挿入されているので、短波長の光信号になるほど等化量が累積されることになり、全長の短い等化ファイバを用いて、短波長の光信号を等化することができるようになる。

【0020】次に、本発明の第2の実施形態を、図3を参照して説明する。図において、1～3は、図1と同一または同等物を示す。40は3 dBカプラ、41は等化ブロックである。該等化ブロック41は等化ファイバ42と増幅器43とから構成されている。長波長側分波器は、光サーキュレータ51～54と、光ファイバグレーティング55～58と、光終端器59とから構成されている。一方、短波長側分波器は、光サーキュレータ61～64と、光ファイバグレーティング65～68と、光終端器69とから構成されている。

【0021】前記光ファイバグレーティング55～58は、それぞれ、1557.9 nm、1558.6 nm、1559.3 nm、1560.0 nmの波長の光信号を反射し、これ以外の波長の光信号は通過させる。一方、前記光ファイバグレーティング65～68は、それぞれ、1555.1 nm、1555.8 nm、1556.5 nm、1557.2 nmの波長の光信号を反射し、これ以外の波長の光信号は通過させる。

【0022】本実施形態において、前記光増幅器3によって増幅された光波長多重信号は、3 dBカプラ40によって1/2のパワーに分岐された後、前記長波長側分波器と短波長側分波器に入る。長波長側分波器では、前記光サーキュレータ51と光ファイバグレーティング55とにより1557.9 nmの波長の光信号を分波し、光サーキュレータ52と光ファイバグレーティング56とにより1558.6 nmの波長の光信号を分波し、光サーキュレータ53と光ファイバグレーティング57とにより1559.3 nmの波長の光信号を分波し、光サーキュレータ54と光ファイバグレーティング58とにより1560.0 nmの波長の光信号を分波する。該光ファイバグレーティング58を通過した他の波長の光信号は、光終端器59により吸収される。

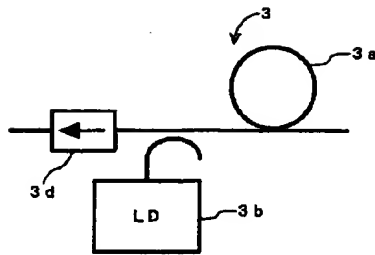
【0023】一方、前記3 dBカプラ40によって分岐された他方の光波長多重信号は、等化ブロック41に入り、等化ファイバ42により分散等化され、その後光増幅器43により増幅された後、前記短波長側の分波器に入射する。そして、光サーキュレータ61～64と、光ファイバグレーティング65～68の作用により、1555.1 nm～1557.2 nmの波長の光信号が分波される。

【0024】この第2の実施形態によれば、分波装置に挿入する光増幅器は一個で済み、また、等化ファイバも一個で済ませることができる。また、等化ファイバ42と光増幅器43が等化ブロック41としてまとめられているので、コンパクトに装置を構築することができる。さ

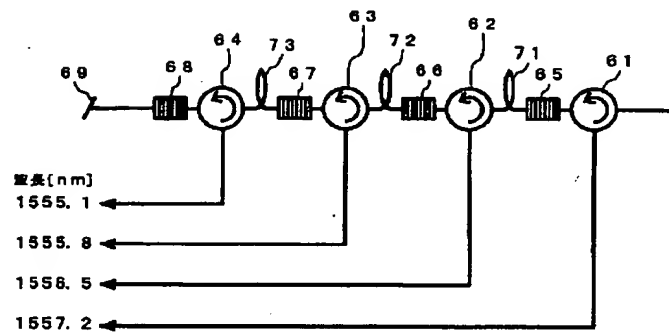
【0027】また、光波長多重信号の数を増加しようとする場合には、該分波装置に増加する波長の光信号と対応する新たなフィルタを直列に追加すればよく、光波長多重信号数の増加に簡単に対処することができる。さらに、前記直列に接続された複数のフィルタ間の予め定

1…伝送用光ファイバ、2…等化ファイバ、3…光増幅器、4…分波装置、10…光増幅器、11～17、51～54、61～64…光サーキュレータ、21～27、55～58、65～68、71～73…光ファイバグレーティング、31～35…等化ファイバ、40…3 dB カプラ、41…等化ブロック、42…等化ファイバ、43…光増幅器。

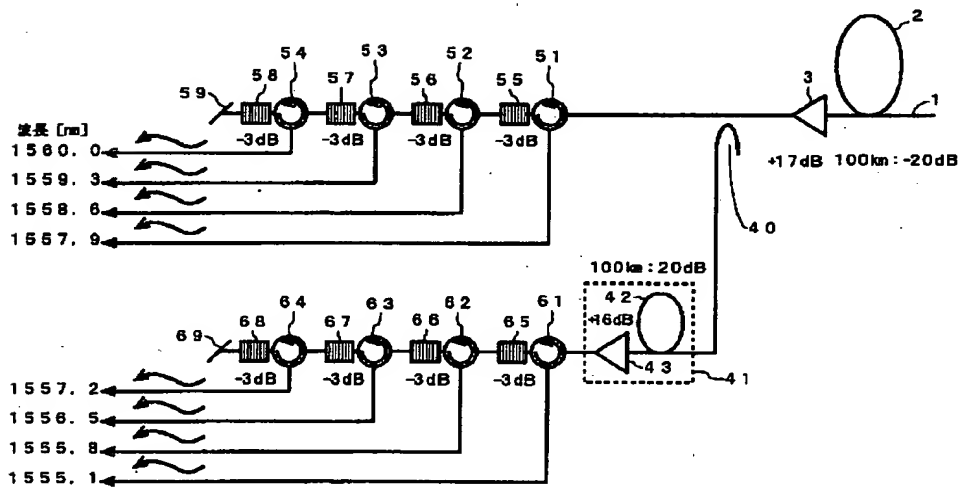
【図2】



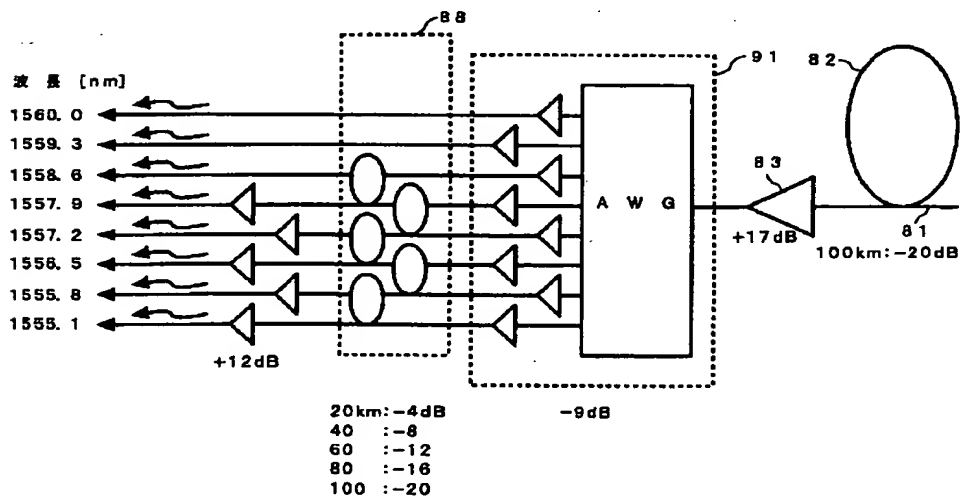
【図4】



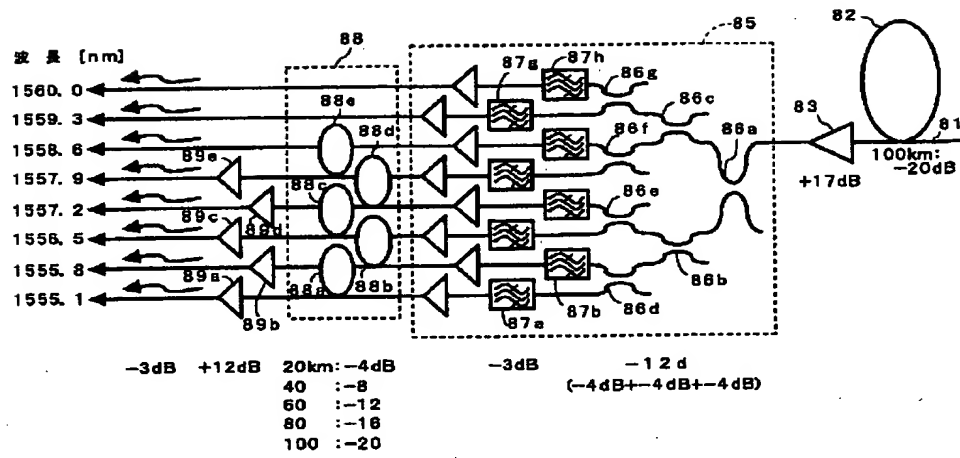
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 正人  
東京都新宿区西新宿2丁目3番2号 国際  
電信電話株式会社内